

# HACIA EL CONGRESO:

## Investigación Universitaria y Sociedad

Luis de la Peña\*

Finalmente la UNAM se dio la oportunidad de estudiarse a sí misma y de revisar su quehacer. La conciencia crítica del país, como se pretende que sea, deberá hacer uso de lo mejor de sus capacidades para indagar sobre lo que estamos haciendo, cómo lo estamos haciendo, para qué lo estamos haciendo. Viendo hacia el congreso, parece oportuno intentar trazar un contexto para las actividades científicas que ayude a su eventual evaluación y planificación. En este trabajo se hace un análisis introductorio en lo que respecta a la investigación en ciencias naturales y las tecnologías derivadas.

### Características de la ciencia mexicana

Cuando se trata de caracterizar al aparato científico de que dispone el país, es usual calificarlo de incipiente, pequeño e insuficiente, pobre, desarticulado pero centralizado, etc. Por ejemplo, su pequeñez e insuficiencia se hacen evidentes señalando (datos de 1983) que tenemos entre 1 y 1.5 investigadores dedicados a investigación y desarrollo (que abreviaremos IyD, aunque más frecuentemente se usa IDE) por cada 10,000 habitantes, mientras que países similares al nuestro como Argentina, Brasil o España tienen del orden de tres y países industrializados como E.U. o Japón llegan a 56 y 49, respectivamente; aunque durante los años ya idos de vacas gordas, el aparato de investigación recibió un fuerte impulso, en 1982 el gasto nacional en ciencia y tecnología llegó apenas al 0.56% del PIB, 85% del cual provenía del estado. Estas cifras están cinco o seis veces por abajo de las que son características de los países industrializados y tres veces por debajo de las recomendaciones de la UNESCO para los países llamados subdesarrollados, además de que se han desplomado en los últimos años por efecto de la crisis.

\* Del Instituto de Física de la UNAM.

Incidentalmente, parece conveniente señalar que algo análogo sucede con el gasto en educación superior, pese a su notable desarrollo en las últimas décadas. Por ejemplo, mientras que en EU y Canadá el gasto público en educación ascendió al 6.9% del PIB, equivalente a 960 dólares por habitante al año y en América Latina fue del 4%, equivalente a sólo 68 dólares/hab/años, el esfuerzo nacional en educación superior está aún por debajo de la media latinoamericana. Esto tiene como efecto que nuestra tasa de escolarización a nivel superior sea del orden del 12-15% en la actualidad, contra 22-28% característica de países como Argentina, Cuba o Venezuela (Tedesco, 1986)<sup>1</sup> y por debajo de la media latinoamericana. En palabras llanas, esto significa que, a pesar de la masificación del sistema de enseñanza superior, éste tendrá que expandirse aún considerablemente —al menos duplicarse para atender la demanda educativa previsible en el futuro inmediato.

Las restantes características del aparato de investigación nacional que se mencionaron son evidentes y difícilmente requieren demostración: que es incipiente significa que en la mayoría de las ramas importantes vamos apenas en la segunda generación de investigadores —en estas fechas se conmemora el cincuentenario de multitud de instituciones de investigación y enseñanza superior, incluido el Instituto Politécnico Nacional (IPN)— es tan centralizado, que más de la mitad de la actividad total de IyD se realiza en el D.F.; más aún, parte sustancial de ella está enclavada en instituciones educativas, por lo que posee un dominante *carácter académico*.

Las mencionadas son características no sólo de nuestra ciencia, sino, más en general, de la que se practica en los países de economía dependiente (la excepción más notable es India, que posee un enorme número de científicos, sólo superado por la URSS y los EU). De hecho los países desarrollados, que poseen 20% de la población mundial, realizan más del 95% de toda la actividad en IyD, incluyendo la que conduce a patentes industriales (Dickinson, 1977)<sup>2</sup> la inversión en IyD *per cápita* en los países subdesarrollados es menor del 1% de la que se da en los países industrializados. En alguna forma, estas cifras caracterizan globalmente la actividad mundial en IyD; si suponemos —lo que está muy lejos de ser cierto— como veremos más adelante—, que las actividades en IyD que se realizan en los países de economía dependiente tienen como fin primordial la atención y solución de problemas propios, concluiríamos que *menos del 5%* del esfuerzo mundial en investigación está dirigido a resolver alguno de los graves problemas que aquejan a la mayoría más pobre de la población del mundo: la parte del otro 95% no destinada a fines militares sirve para elevar la calidad de vida de la pequeña fracción de la humanidad que vive mejor, se nutre mejor y tiene más salud; es decir, sirve para aumentar la distancia entre pobres y ricos, entre necesidades y desarrollados. Esto, a pesar de que el 20% de la población mundial sufre enfermedades características de la pobreza, para las cuales no se conocen o no se disponen de medicamentos adecuados, el 25% está desnutrida y más de 10 millones de personas mueren de hambre anualmente en el mundo. A este panorama, ya deprimente de por sí, debemos agregar que no menos de la mitad del esfuerzo mundial en IyD tiene fines militares.

<sup>1</sup> Ver la bibliografía al final.

<sup>2</sup> Véase la bibliografía.

En la caracterización anterior del aparato de IyD nacional hemos dejado de lado lo esencial: *el carácter* de la ciencia que se practica en el país. Las sustanciales diferencias temáticas y contextuales que existen entre las ciencias sociales y las naturales imposibilita hacer una caracterización global de la ciencia mexicana aplicable a todas las actividades de IyD; por lo tanto, en lo que sigue nos limitaremos a las ciencias naturales y las tecnologías de ellas derivadas. Aún así, alguna modulación debería darse a las consideraciones que siguen para ser justos, pues cada actividad posee sus especificidades; sin embargo, puesto que el error que se comete al dejar de lado las diferencias no cambia las conclusiones, por concisión haremos abstracción de ellas y usaremos la situación prevaleciente en las ciencias físico-matemáticas como base para el análisis. Todas las consideraciones que siguen deben pues entenderse referidas a las ciencias naturales.

En lo esencial, *el aparato de investigación científica está desligado de la realidad social que lo origina*. De hecho, este aparato se define y concibe a sí mismo como practicante de una *ciencia internacional*, creadora de un producto destinado más a la exportación que al consumo interno. Es normal justificar esta situación aduciendo el carácter universal de la ciencia, falacia que se basa en confundir *los principios generales de la ciencia*, de un obvio carácter universal, con *la temática de investigación "libremente" elegida*, evidentemente condicionada por el entorno social e ideológico del investigador. De hecho, la temática "libremente escogida" responde con frecuencia —a veces ni esto— a las modas más visibles e importantes generadas en el extranjero y retomadas imitativamente como los *problemas de punta* y de mayor actualidad científica. La raíz de este problema es profunda: nuestra ciencia no se ha originado de la necesidad de resolver nuestros problemas, sino que ha sido tomada del exterior y, al no encontrar una función específica por falta de ambiente científico y, sobre todo, tecnológico, ha adoptado una temática central ajena al medio, lo que le imprime un carácter reflejo y básicamente imitativo. Así, cerca del final del siglo XX, ni siquiera lo que podríamos calificar de ciencia nacional en el sentido más estrecho del término ha sido llevado a cabo: sólo una fracción menor del territorio nacional es conocida geológicamente (de Cserna 1968)<sup>3</sup> distamos mucho de conocer nuestra flora y fauna y es aún muy incompleto un inventario de nuestros recursos bióticos (Barrera 1968)<sup>4</sup> pese a ser un país minero, no hemos desarrollado la metalurgia necesaria para dejar de ser exportadores de minerales no procesados, etcétera.

### Diferentes formas de hacer ciencia . . .

Hemos visto que es característica de la ciencia de un país subdesarrollado el estar básicamente desvinculada del aparato productivo y del quehacer nacional; de no contribuir, sino de manera incidental, al bienestar colectivo. No se trata, sin embargo, de un resultado *necesario* e ineludible, como el ejemplo de Japón lo muestra: la ciencia, como la entendemos hoy en día, es esencialmente un producto de la cultura occidental y Japón, como nosotros, la importó en su momento; pero, a diferencia nuestra, se encontró en condiciones de transformarla en una fuerza

<sup>3</sup> Vid. bibliografía.

<sup>4</sup> *Idem*.

productiva efectiva e incorporarla a un intenso programa paralelo de desarrollo tecnológico autónomo. Es precisamente la falta de este elemento lo que determina la diferencia de resultados.

La ideología que prevalece en el aparato científico nacional es en alguna medida similar a la que probablemente se dio hasta el siglo pasado en la ciencia europea, cuando la investigación se reducía a una actividad académica, concentrada básicamente en las universidades y respondía a motivaciones e inquietudes personales.

Durante mucho tiempo la ciencia fue básicamente una actividad *individual*, llevada a cabo por motivaciones y con recursos personales; por ejemplo, todavía los trabajos de James Joule que condujeron a establecer la ley de la conservación de la energía a mediados del siglo pasado, aunque motivados por consideraciones prácticas, fueron realizados en su laboratorio doméstico.

Naturalmente, los centros más avanzados de enseñanza recogieron y concentraron paulatinamente estas inquietudes, transformándose en centros de investigación; esto a su vez, cambió el carácter social de la ciencia, que pasó a ser una *ciencia universitaria*. Esta forma de ciencia recibió uno de los más decisivos impulsos cuando el gran químico y bioquímico alemán Justus von Liebig — descubridor, entre otras muchas cosas, de los fertilizantes químicos— creó en 1824 el primer laboratorio de investigación química abierto a los estudiantes, idea que rápidamente se extendió por toda Europa y determinó la consolidación de la llamada *ciencia universitaria* (Nakayama, 1985)<sup>5</sup> y en particular, de la universidad de Humboldt, basada en el principio de la estrecha unidad entre enseñanza e investigación. Aún así, los grandes avances del sistema productivo no eran en general resultado directo de los descubrimientos científicos.

Con la industrialización acelerada que ocurrió posteriormente, buena parte de los investigadores científicos salieron de las universidades para trasladarse a los institutos de investigación de las grandes corporaciones en los países industrializados (desde mucho antes los investigadores tecnológicos eran formados en los talleres industriales). Este proceso terminó por generar una nueva forma de hacer ciencia, la que ha sido llamada *ciencia industrializada*, hoy usual en los países industrializados y cuyo prototipo bien podría ser la ciencia japonesa contemporánea. Es claro que esta ciencia *normalmente no tiene* motivaciones personales y está dirigida a objetos usualmente seleccionados con argumentos y consideraciones extracientíficos, por lo que difícilmente caben ahí argumentos de universalidad o pureza. Pese a lo que podría suponerse, la ciencia que se practica en estas corporaciones no es de segunda o carente de valor fundamental. Baste pensar para percibir con claridad los méritos de este tipo de ciencia, que seis investigadores de los Laboratorios Bell —propiedad de la General Electric— han obtenido premio Nobel de física o que el reciente descubrimiento de superconductores de “altas” temperaturas críticas, capaz de disparar una nueva revolución industrial, se dio simultáneamente en laboratorios industriales y universitarios. Es claro, sin embargo, que ella difiere esencialmente de la ciencia académica, tanto en sus valores como en sus objetivos extracientíficos.

En estas condiciones, es ingenuo —por decir lo menos— defender la ciencia pura e internacional como la forma *natural* de la ciencia que debemos practicar:

<sup>5</sup> Véase bibliografía.

lo que fue en su momento y tal vez lo sea aún en ciertos nichos. Pero se trata de una ideología que atrofia si se le aplica indiscriminadamente. Una concepción de la ciencia basada en la convicción de la *necesidad de crear* una nueva forma de ciencia y una tecnología nacionales sería más activa y, sobre todo, más transformadora y apropiada a nuestra realidad.

Seguir las modas es costoso e implica descuidar líneas de investigación que pudieran ser preferibles si se viera la ciencia desde perspectivas más auténticas e intrínsecas. En resumen, requerimos una ciencia que sin dejar de ver hacia afuera, mire hacia dentro; que sin dejar de lado lo universal, se preocupe por lo local; que manteniendo su interés en lo básico y en las fronteras del conocimiento, se interese por lo aplicado.

### . . . y de hacer tecnología

La situación es aún más grave en lo referente a la investigación tecnológica. Como es bien sabido (ver por ejemplo el Programa Nacional de Desarrollo 1982) el carácter dependiente de nuestra economía hace que nuestro aparato productivo se caracterice por baja productividad, falta de competitividad, excesiva dependencia de insumos, bienes de capital y tecnologías importados y fuerte inversión extranjera en sectores clave y dinámicos (ver p. ej., Sepúlveda y Chumacero, 1977).<sup>6</sup> A esto debe sumarse el amplio proteccionismo e intenso subsidio al capital. El resultado es un aparato productivo no competitivo y dependiente del exterior en exceso, que no precisa de la creación local de conocimiento y tecnología para su sobrevivencia y desarrollo, ni menos aún se lo propone, en cuanto que la solución de los problemas viene de las matrices. El carácter copiator de este aparato productivo hace de la investigación nativa un elemento superfluo, prescindible e incluso disfuncional al sistema. Esto trasciende naturalmente al sistema educativo superior, que al adaptarse pasivamente a la demanda generada por esta industria, crea técnicos e ingenieros que podemos llamar de *producción*, hábiles para las funciones que están predestinados, pero mal preparados y menos aún motivados para la *creación* de tecnología y la solución independiente de los problemas. De esta manera, el sistema educativo contribuye más a preservar la dependencia que a romperla.

Algunos datos que ilustran el profundo grado de dependencia tecnológica de nuestra industria pueden ser los siguientes. En 1970 el país gastó cinco veces más en transferencia de tecnología que en su sistema de investigación y desarrollo; asimismo, de las 135 mil industrias de todo tamaño instaladas en el país en 1980, 95% no realizaban investigación tecnológica alguna ni invertían en ello, pero pagaron ese año 7,000 millones de pesos por transferencia de tecnología (80% norteamericana, Wionczek, 1971)<sup>7</sup> ese mismo año, la UNAM invirtió en investigación (incluido todo tipo de investigación) menos de 1,900 millones de pesos. Estos datos son característicos, pues los ingresos por venta de tecnología de las grandes potencias industriales son comparables con la actualidad con los que obtienen de la venta de bienes materiales.

Por otro lado, en 1983 la aportación de las empresas privadas a la investiga-

<sup>6</sup> Vid. bibliografía al final.

<sup>7</sup> Véase bibliografía al final.

ción tecnológica no rebasó el 6% de los recursos que el CONACyT destinó a proyectos de investigación (Mayagoitia, 1983);<sup>8</sup> como comparación, recuérdese que en un país industrializado como Japón o Estados Unidos, entre el 50 y el 75% de la inversión en investigación y desarrollo tiene origen industrial. No es extraño que empresas de tecnología de punta de los países industrializados inviertan en IyD cantidades incluso mayores que sus utilidades y que representen una fracción apreciable de las ventas (por ejemplo, en 1976 Fairchild invirtió 333% sobre ganancias y 11.9 sobre ventas; Honeywell 215 y 5.9, IBM 47.5 y 6.6, respectivamente, etc. [Cifras tomadas de Business Week, junio 1976]; las tres empresas citadas producen tecnología en microelectrónica). Los anteriores datos muestran claramente el carácter eminentemente no industrial; es decir, académico, que tiene la ciencia nacional hoy en día.

El desarrollo espectacular de la ciencia y su aplicación a la técnica ha creado en las últimas décadas un mundo que para nuestros padres era de ciencia-ficción: microelectrónica, informática, telemática, robótica, ingeniería genética, rayo laser, tecnología de materiales, satélites espaciales, etc. Pero la transferencia de estas tecnologías altamente sofisticadas a nuestras economías dependientes produce graves e inmediatos desajustes sociales, además de que propicia el incremento de la propia dependencia. Es claro que la transferencia acrítica de la tecnología contemporánea conlleva serios riesgos cuyo precio social y cultural puede ser muy alto. Esto se pierde de vista cuando se postula que uno de los objetivos del desarrollo científico y tecnológico es *cerrar la brecha tecnológica*. Por un lado, esta idea implica que nuestro desarrollo debe seguir las pautas que han sido desarrolladas en otras culturas y otras situaciones, lo que, dados los resultados visibles, no parece obviamente válido. Pero por otro lado, la tarea es errónea, pues es imposible de llevar a cabo: en efecto, los Estados Unidos invierten en IyD poco menos del 3% de su PIB, cantidad que equivale a cerca del 20% del PIB, de todos los países de América Latina juntos. Un ejemplo concreto de los daños que puede producir la sustitución acrítica de tecnología local por importada es el desarrollo agrícola seguido durante los últimos 30 años en el país, basado en soluciones importadas que no se adaptan a las condiciones nacionales y han producido la destrucción de recursos agrícolas, ganaderos, forestales y pesqueros, haciendo de lado la *estrategia campesina* de uso de los recursos que los agrónomos consideran *agricultura primitiva*, pero que ha sido utilizada por siglos sin dañarlos (Sarukhan y Toledo, 1983).<sup>9</sup> Otro ejemplo, éste referente a la tecnología espacial, puede verse en el libro de Gall *et al.* (Gall, 1986).<sup>10</sup>

La dependencia tecnológica es tan aguda que en años recientes ha sido impulsada una política oficial de sustitución de importaciones. Sin embargo, las condicionantes culturales, ideológicas y económicas decidieron la *vía para la realización* de este proceso. La innovación tecnológica se basó en la importación indiscriminada de tecnología, sin estimular simultáneamente —incluso reprimiendo a veces— la *hecha en casa* (ver IV Simp. Nac. Adm. Ind., 1983).<sup>11</sup> Esta tecnología resultó con frecuencia inadecuada e ineficiente para satisfacer la demanda

<sup>8</sup> *Ibid.*

<sup>9</sup> Véase bibliografía al final.

<sup>10</sup> *Ibid.*

<sup>11</sup> *Ibid.*

interna de acuerdo a nuestros patrones económicos, técnicos y culturales, por hacer uso escaso de insumos nacionales, requerir poca mano de obra, demandar aumento de la densidad de capital y ahorro de mano de obra en las actividades productivas, incrementar el uso de materiales sintéticos y de otros insumos de importación y reducir el uso de los nativos, etc., además de que con frecuencia resultó ser *tecnología chatarra* a nivel internacional. En consecuencia, se ensanchó el círculo de la dependencia tecnológica que se pretendía reducir. Un elemento adicional que propició este proceso fue que la sustitución de importaciones se limitó en lo fundamental a la producción de bienes de consumo y sólo en contadas ocasiones a bienes intermedios y de capital. El fenómeno se puede apreciar, por ejemplo, a partir del hecho de que la importación de materias primas y auxiliares pasó de 3,718.5 millones de dólares en 1977 a 11,022 millones en 1980 (aunque ya en 1981 el inicio de la crisis empezó a reducir estas cifras).

### La relación ciencia-tecnología

Parece ahora posible avanzar una tesis: Mientras no se cree una tecnología nacional no se dará una verdadera vinculación entre investigación (sea científica, básica o aplicada) y producción. Es claro que el argumento puede invertirse para señalar que una tecnología nacional no surgirá en condiciones de dependencia; esto, que es obviamente cierto, no debe, sin embargo, convertirse en argumento para no dar los pasos que sean posibles en las condiciones en que nos toca actuar por el momento. Por lo tanto, el proyecto rector científico-tecnológico del momento debe mirar hacia la construcción de una tecnología autóctona conforme a nuestras necesidades *reales* y con la meta de alcanzar la autonomía tecnológica. En otra parte (De la Peña, 1983)<sup>12</sup> hemos tratado de definir esta tecnología nacional con el lema “elegir en vez de aceptar, crear en vez de copiar, hacer en vez de comprar”.

Una tarea de esta naturaleza implica impulsar una ciencia nacional del tipo que hemos discutido páginas arriba, caracterizada por mirar hacia adentro y considerar a los problemas locales como fuente natural de su temática y motivación. Sin embargo, este planteamiento no implica en forma alguna que la ciencia de un país subdesarrollado deba reducirse a sus aplicaciones y de éstas a las que produzcan el mayor y más rápido “beneficio social”. En nuestro país no es extraño oír este tipo de afirmaciones, expresadas incluso por quienes tienen capacidad de decidir. Pensar que la ciencia pura debemos dejarla a los países avanzados en una renuncia voluntaria e injustificada que transforma una dificultad momentánea en imposibilidad permanente.

Este pragmatismo terminaría a la larga por frenar el propio desarrollo independiente que se busca alcanzar, al dejarnos a la zaga de los avances contemporáneos y debilitar la formación de los cuadros de alto nivel. Sin embargo, es necesario distinguir entre nacional y nacionalista; entre local y localista. No se trata ni de teñir la ciencia internacional de rosa mexicano, ni de hacer folclorismo con tinte internacional. Se trata de edificar un aparato de IyD con recios caracteres locales y específicos, tan arraigada como sea posible a nuestro medio y tan autó-

<sup>12</sup> Vid. bibliografía.

noma como sea factible, que combine acertadamente ciencia pura y aplicada, que conozca a la vez de las grandes corrientes del pensamiento científico contemporáneo y de los problemas de amplio interés social que nos aquejan, los que adopta entre sus tópicos centrales.

### La universidad transformadora

Hasta ahora hemos hablado genéricamente de la investigación, sin reducirnos necesariamente a la de origen universitario. Sin embargo, hemos visto que la ciencia nacional tiene hoy en día un carácter universitario, ya que alrededor del 90% del esfuerzo de investigación se realiza dentro de las universidades y el sistema tecnológico superior. Esto se aplica también a la investigación tecnológica, como la ingeniería química, bioquímica, etc. (Bazúa, 1983);<sup>13</sup> el ejemplo de la investigación en alimentos es representativo y puede servirnos de referencia. En México, país en el cual *la mitad de la población* no come huevo o carne, se calcula que en 1983 sólo 1,489 personas realizaban alguna forma de investigación en alimentos (García, 1983),<sup>14</sup> de los cuales apenas el 40% tenía diploma de licenciatura, el 17% de maestría y el 8.5 (127 personas) de doctorado; del total de trabajos realizados, la iniciativa privada patrocinó el 1.3%, mientras que el 48.2% de las unidades de investigación pertenecían al sistema universitario y el 22.9% al tecnológico. Como resultado de esta estructura, de los especialistas mencionados la mitad (725) se dedica a ciencia básica, el 8.8% a tecnología y 8.5% a microbiología de alimentos; ya en 1983, cuando apenas repuntaba la crisis, el 12% de los proyectos respectivos fueron suspendidos por falta de recursos.

En lo que se refiere a las ciencias, este hecho ha reforzado la tendencia al desarrollo preferente de la actividad académica y especulativa frente al estudio de temas de interés social directo o inmediato, propiciando "el establecimiento de una escala de valores trastocada, en la que la pureza es el valor supremo" (Herrera, 1980),<sup>15</sup> como hemos visto. Estos mismos valores, al establecerse como criterios para juzgar la —tan mal definida— *calidad* del trabajo de investigación, estimulan la tendencia hacia el estudio de problemas internacionales de frontera, preferentemente de moda, en busca de reconocimiento rápido, y el consecuente abandono de los que nuestra realidad inmediata sugeriría como temas naturales y propios a investigar. Sin embargo, debe reconocerse un hecho de extrema importancia: con todas las limitaciones y deformaciones que pudiéramos atribuirle, *la investigación en México sería prácticamente inexistente si las universidades y el sistema de educación tecnológica superior no le hubieran abierto un nicho donde nacer, crecer y desarrollarse protegida de un ambiente hostil. Se ha creado ahí un aparato que ha alcanzado ya un respetable grado de desarrollo y madurez, que debe continuar su proceso de consolidación e incluso acelerarlo.*

La importancia de esta observación radica en que muestra de manera clara *la capacidad creadora y transformadora del medio* de que está dotada la universidad y que seguramente puede ser puesta en acción en otras direcciones y cir-

<sup>13</sup> Vid. bibliografía.

<sup>14</sup> Vid. bibliografía.

<sup>15</sup> Ibid.

cunstancias si se lo propone. En contraste a la respuesta *pasiva* de la universidad frente a la demanda educativa, ella generó una respuesta *activa propia*, a la falta de demanda de investigación y se dio a sí misma la tarea de crear ésta. Hay campos, como la biotecnología y la bioingeniería o los relativos a la industria químico-farmacéutica en que parece posible o necesario alcanzar la autosuficiencia a corto plazo y que podrían servir de palanca efectiva del desarrollo industrial. En otros, como son todas las ingenierías, las ciencias de la tierra, la metalurgia, etc., existen graves rezagos y sería necesario realizar un esfuerzo específico para desarrollarlas. En estas tareas el papel de la universidad podría ser decisivo.

Es claro que el problema de establecer un programa sólido y consecuente que tenga como mira alcanzar la independencia científica y tecnológica rebasa los marcos estrechos del ámbito universitario. Se trata, de un proyecto que demanda la voluntad política de realizarlo y ésta no se ha dado aún. Pero la universidad puede trabajar para hacer más viable un proyecto de esta naturaleza y utilizar su capacidad transformadora para propiciar metas de interés nacional inmediato y urgente como las que hemos discutido.

### Grandes problemas, grandes proyectos

En concreto, la conclusión anterior se resume en proposición de que la universidad adopte programas de desarrollo que coadyuven a la generación de un clima intelectual, cultural y político capaz de plantearse como tarea la creación de una tecnología y una ciencias nacionales autónomas a plazo mediano. Parece claro que una primera medida en esta dirección tendría que ser el desarrollo de un ambicioso programa de investigación que priorice la investigación tecnológica y la creación de tecnólogos de alto nivel de creatividad. Una segunda medida que complementa la anterior y agrega nuevas y valiosas posibilidades consistiría en plantearse grandes problemas rezagados y que ofrezcan un amplio campo de investigación, tanto fundamental como aplicada, proponiendo grandes proyectos de naturaleza inter y multidisciplinaria cuidadosamente seleccionados. Para precisar ideas parece conveniente dar algunos ejemplos de lo que tenemos en mente. Entre la multitud de problemas significativos que podrían ser objeto de un proyecto del tipo que discutimos podrían mencionarse —sin que ello signifique la exclusión de otros— el de la explotación irracional de nuestros recursos no renovables, la contaminación generalizada y la adopción de una perspectiva ecológica,<sup>16</sup> el de la preservación y manejo de granos, el aprovechamiento de la energía solar en las condiciones de nuestro país, programas de construcción de máquinas-herramienta y maquinaria agrícola, la posible creación de un automóvil eléctrico adecuado a la ciudad de México, etc. Recientemente ha sido sugerido el problema de los sismos en la ciudad de México como ejemplo de una proposición similar (Flores, 1987).<sup>17</sup> Probablemente sea útil detenernos en algunos de estos ejemplos para aclarar mejor las ideas.

— En lo que se refiere a los granos, empecemos por recordar que en nues-

<sup>16</sup> Una discusión de estos problemas se puede ver en Leff (1985) y Toledo (1985).

<sup>17</sup> Véase bibliografía al final.

tro país se pierde al menos *la tercera parte* de la cosecha de granos alimenticios durante su almacenamiento y manejo, mientras que la norma en un país sin estos problemas es *diez* veces inferior o menos. El problema tiene causas y soluciones *diversas, de naturaleza biológica, química, física, etc.*, además de que requiere de educación y entrenamiento adecuados del personal; puesto que las mermas son equivalentes en costo a la cantidad de grano que importamos, es claro que se trata de un problema no sólo interesante, sino de máximo interés nacional.

— En lo referente a la energía solar podemos señalar que los esfuerzos en México en esta dirección han sido menores e inconexos, además de marchar por los caminos previamente trazados, lo que bien puede significar deshechar de entrada las soluciones más apropiadas a nuestra realidad. El punto está en que el país posee varias zonas inmensas de gran irradiación solar, pero desérticas y semidesérticas y cercanas al mar —por ejemplo, en los estados de Baja California, Sonora y Yucatán— en donde un programa integral de aprovechamiento de la energía solar que contemplara la desalinización del agua marina y su uso para implantar amplios programas de irrigación de las tierras vírgenes cercanas partiendo de tecnologías apropiadas y simples, podría tener efectos económicos y sociales trascendentes. La magnitud y riqueza de los problemas científicos y tecnológicos involucrados en este problema lo hacen especialmente prometedor como generador de una línea de investigación de gran interés. Además, en México, país en extremo montañoso, existen miles de pequeñas poblaciones aisladas y en las que viven millones de habitantes, la mayoría de ellas carentes incluso de servicios sanitarios (dotarlas de ellos es otro de los grandes retos), en las que la energía solar aprovechada localmente para usos diversos podría contribuir a mejorar considerablemente la calidad de vida de sus pobladores.

— En lo referente al automóvil eléctrico, de inmediato se argumentará que ya se han hecho experimentos tanto aquí como en el extranjero, sin obtenerse resultados adecuados. El punto está precisamente en definir con claridad que es lo que se busca y que es lo que se entiende por adecuado. Obviamente, la solución del problema del transporte en una ciudad como México tiene que ser básicamente a partir de los medios públicos y colectivos; sin embargo, un automóvil pequeño (por ejemplo, biplaza y quizá triciclo) que operara con energía eléctrica podría contribuir en forma significativa al abatimiento del problema de la contaminación y del transporte. Abordando el problema como negocio o tratando de competir con un ocho cilindros probablemente el proyecto fracasara; pero si forma parte de un programa integral que contemple su estímulo oficial y se diseña un vehículo adaptado al medio y que responde a las necesidades *reales*, eventualmente se impondría. No sería utópico pensar que si nos lo propusiéramos, con el tiempo podríamos transformarnos en exportadores de tecnología, pues la ciudad de México constituye el mayor y mejor laboratorio del mundo para desarrollar esta tecnología.

Cualquiera de los problemas enlistados, atacado en forma integral y seria, implica problemas de investigación básica e incluso fundamental de gran magnitud, capaces de nutrir muchas páginas de revistas especializadas y de formar muchos

investigadores. Con temáticas de esta naturaleza se estaría haciendo investigación de vanguardia en multitud de campos y formando a la vez amplios grupos de jóvenes estudiantes, quienes, por el tipo de preparación recibida a lo largo de estas experiencias, comenzarían seguramente a desarrollar una actitud solidaria y de servicio muy diferente de la que les induce el sistema actual, alimentador del individualismo e inhibidor de la creatividad.

### Bibliografía

- Barrera, A., en *Panorama de la Biología en México*, México, Ediciones Productividad, 1968.
- Bazúa, E., *Foro Universitario*, México, UNAM, 34, 31(1983).
- De Cserna, Zoltan, en *Las ciencias geológicas*, México, Ediciones Productividad, 1968.
- Dickinson, H., en *An introduction to appropriate technology*, PA, USA. R. J. Congdom, ed., Rodale Press, 1977.
- Flores Valdés, J., "Las actividades espaciales en México": *Una revisión crítica*, colección *La Ciencia desde México* No. 20, México, FCE-SEP-CONACYT, 1986.
- M. García Sordo, en *Uno más Uno*, 16 oct., México, 1983.
- Guía del Tercer Mundo*, Montevideo, 1985.
- Herrera, Ismael, *Uno más Uno*, sept. México, 1983.
- Leff, Enrique, en *México Ante la Crisis*, P. González Casanova y H. Aguilar Camín, coord., Siglo XXI, México, 1985.
- Mayagoitia, H., declaración a *Uno más Uno*, 10 de feb. México, 1983.
- Nakayama, Shigeru, *Fundamenta Scientiae* 2, 85(1981).
- De la Peña, L., *Foro Universitario* 34, 21(1983), UNAM, México, 1983.
- Plan Nacional de Desarrollo 1982-1988*.
- Sarukhan, J. y Toledo, V. M., declaración a *Uno más Uno*, 24 de enero, México, 1983.
- Sepúlveda, Bernardo y Chumacero, A., *La inversión extranjera en México*, México, FCE, 1977.
- IV Simposio Nacional de Administración Industrial 1983*.
- Tedesco, J. C., *Foro Universitario* UNAM, México, 72, 73(1986) y 74(1987).
- Toledo, Víctor Manuel, en *México Ante la Crisis*, P. González Casanova y H. Aguilar Camín, coord., México, Siglo XXI, 1985.
- Tünnermann, C., *De la universidad y su problemática*, México, UNAM y UDUAL, 1980.
- UNAM, *Presupuesto por Programas 1983*.
- Wionczek, Miguel S., *Comercio Exterior*, México, sept., p. 786, 1971.